

Секция «Психофизиология, когнитивные нейронауки и искусственный интеллект»

## Распознавание слов и фонем языка при внутреннем проговаривании на основе данных ЭЭГ

Научный руководитель – Вартанов Александр Валентинович

Суюнчева А.Р.<sup>1</sup>, Шевченко А.О.<sup>2</sup>, Саада Д.Ф.<sup>3</sup>

1 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет психологии, Кафедра психофизиологии, Москва, Россия, *E-mail: asuinceva@gmail.com*; 2 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет психологии, Кафедра психофизиологии, Москва, Россия, *E-mail: Drluten@gmail.com*; 3 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики, Москва, Россия, *E-mail: thedas140@gmail.com*

Интерфейсы мозг-компьютер (ИМК) сейчас являются большой исследовательской областью, которая объединяет множество научных областей (главным образом, нейробиологию и машинное обучение) [7,8]. Неинвазивный ИМК может позволить осуществить прямую связь между мозгом человека и компьютером, путем анализа электрической активности мозга, зарегистрированной на поверхности кожи головы или же инвазивно с помощью электроэнцефалографии. Основной целью ИМК является обеспечение связи для людей с тяжелыми формами инвалидности, способствуя общению людей, которые лишены возможности говорить. Последние ИМК работают на основе компонента мозговой активности P300. Не смотря на свою эффективность, подобные интерфейсы не позволяют достичь высокой скорости генерации речи, необходимой для комфортного повседневного общения, а также требуют от пользователя приобретения навыков использования таких интерфейсов. Интерфейсы безмолвного доступа позволили бы пользователям общаться, не имея дополнительных навыков, поскольку для того, чтобы произнести букву с помощью такого интерфейса достаточно подумать о ней.

В данный момент существуют некоторые проблемы, связанные с работой ИМК. Одной из таких проблем является выбор технологии отведения потенциалов, позволяющей достичь оптимального пространственно-временного разрешения и исключающего инвазивность. Также играет роль обучаемость субъекта (по данным исследований только 19 процентам людей удавалось достичь точности распознавания в 80-100 процентов). Другой проблемой является выбор фонологических категорий, распознавание которых будет проведено в эксперименте. Помимо этого, до сих пор остается малоизученным возможность реконструкции слов в различных языках, а также воспроизведение несуществующих слов (неологизмов). Исходя из проведенных исследований, известно, что распознавание слов целиком является менее эффективным, чем распознавание фонем [2, 3, 4, 5]. Помимо этого существует информация о влиянии интонации и родного языка носителя на процесс распознавания слова [6].

Текущая работа посвящена распознаванию фонем русского языка, а также сравнению процента реконструкции слов и фонем в русском языке и слов в японском языке при внутреннем проговаривании. На первом этапе проводится эксперимент, в котором регистрируется активность головного мозга во время внутреннего проговаривания. Для регистрации биоэлектрической активности головного мозга используется электроэнцефалография (10-20, 19 каналов), поскольку это неинвазивный метод, являющийся достаточно

простым в использовании и позволяющий достичь высокого временного разрешения. Эксперимент проводится в лаборатории психофизиологии факультета психологии МГУ им. М.В.Ломоносова. Далее, собранные данные проходят этап предварительной обработки. К ним применяется полосовой фильтр для отсекаания высоких частот, не имеющих значения в проводимом эксперименте, и алгоритм нормализации, после чего полученные данные разбиваются на эпохи. К обработанным данным применяются методы извлечения признаков, которые наделяют их уникальными характеристиками и преобразовывают к виду, понятному для классификатора. На последнем этапе применяются алгоритмы классификации.

В этой работе была проведена серия экспериментов. Для решения задачи распознавания используются методы машинного обучения (Support Vector Machine). Были разработаны: алгоритм извлечения признаков, а также алгоритм классификации фонем и слов на основе полученных признаков. На данном этапе разработка ИМК распознавания внутреннего проговаривания для фонем русского языка, приемлемого по качеству распознавания и удобству использования в повседневной жизни, не достигнута, однако, данное направление активно развивается как с технической, так и с теоретической точки зрения и является перспективным направлением для исследования.

### Источники и литература

- 1) 1. Suppes, Patrick & Lu, Zhong-Lin & Han, Bing. Brain Wave Recognition of Words // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 94, 1998. 14965–14969 pp.
- 2) 2. H. Yamaguchi, T. Yamazaki, K. Yamamoto, S. Ueno, A. Yamaguchi, T. Ito, S. Hirose, K. Kamijo, H. Takayanagi, T. Yamanoi et al., “Decoding silent speech in Japanese from single trial EEGs: Preliminary results,” // Journal of Computer Science & Systems Biology, vol. 2015, 2015, 285 – 292 pp.
- 3) 3. A.R. Sereshkeh, R. Trott, A. Bricout, T. Chau, Online EEG Classification of Covert Speech for Brain // Computer Interfacing, International journal of neural systems, 2017. 1750033 (16 pages)
- 4) 4. Brigham, K., Kumar, B.V.: Imagined speech classification with EEG signals for silent communication: a preliminary investigation into synthetic telepathy // 2010 4th International Conference on Bioinformatics Biomedical Engineering (iCBBE), 2010. 1–4 pp.
- 5) 5. Kamalakkannan, R., Rajkumar, R.: Imagined speech classification using EEG // Adv.Biomed. Sci. Eng., 2014. 20–32 pp.
- 6) 6. Wen, Y., Filik, R., & van Heuven, W. J. B. Electrophysiological dynamics of Chinese phonology during visual word recognition in Chinese-English bilinguals // Scientific Reports, 2018. 1-10 pp.
- 7) 7. Matsumoto and J.Hori. Classification of silent speech using support vector machine and relevance vector machine // Applied Soft Computing, 2014. 95–102 pp.
- 8) 8. Min B., Kim J., Park H.J., Lee B. Vowel imagery decoding toward silent speech BCI using extreme learning machine with electroencephalogram // Biomed. Res. Int., 2016. 1–11 pp.